

船舶의 自動化와 Computer의 利用

河 注 植*

1. 序 論	目 次
2. 船舶自動化的 概況	3.2 Computer System構成的 推移
2.1 在來船	4. Computer Control System의 實例
2.2 集中監視方式의 自動化船	4.1 Computer System
2.3 機關室無人化船	4.2 航海시스템
2.4 超自動化船	4.3 荷役시스템
3. 船舶에 있어서 Computer의 利用	4.4 Turbine Plant System
3.1 船舶에 있어서 Computer利用의 現況	5. 結 論
	參考文獻

1. 序 論

1945年 第2次世界大戰이 끝나자 世界各國은 産業施設의 膨脹과 戰爭中에 開發된 戰略技術의 民間産業에의 轉用으로 高度의 經濟成長을 이룩하였고 이에 따라 經濟水準과 文化水準이 急速度로 向上되어 가기 始作하였다. 이러한 現象은 産業의 多樣性, 商品의 精密性, 生産競爭의 熾熱化, 勞動力의 不足 등을 超來하였고, 마침내는 産業의 近代化, 自動化, 合理化를 불러 일으키고 各種産業分野에서 技術革新을 일으키게 하였다. 한편 船舶에 있어서는 浮動性和 孤立性이라는 宿命的인 特殊性에서 오는 技術的인 難點으로 因하여 陸上産業에 있어서 보다 近代化가 뒤져 있었으나 陸上 産業의 膨脹과 勞動條件의 改善等으로 海技士중 特히 機關士들이 大學 陸上으로 進出하는 現象이 1950年代에 접어들면서 北歐의 Norway 등 先進海運國을 中心으로 하여 일어나기 始作하였고, 이에 對處하기 위하여 船舶에도 不可避하게 技術革新이 導入되기 始作하였다. 즉 船舶이란 特殊性에서 오는 振動 및 環境條件의 極甚한 變化等の 難點을 克服하고 1950年代 後半부터 船舶의 近代化, 自動化가 일어나기 始作하였으며 그로부터 約 20年이 지난 오늘

날의 船舶은 高度로 自動化되고 또한 大型化, 高速化, 專用化되어 그 面貌를 一新하고 있다.

本稿에서는 特히 船舶의 自動化와 Computer에 의한 船舶運航시스템에 對한 現況과 그 展望에 對하여 살펴보기로 한다.

2. 船舶自動化的 概況

앞에서 論한 것처럼 船舶의 自動化는 世界第2次大戰以後에 急激히 發展하였다. 勿論 1945年以前의 船舶이라고 全히 自動化가 이루어지지 않은 것은 아니며 오늘날의 大洋航海에 重要한 役割을 하고있는 自動操舵裝置(Auto Pilot System)는 1921년부터 船舶에 採用된 것이며 機關의 調速機(Governor)는 18世紀에 開發된 것으로 自動制御의 始初라고 알려져 있다. 本章에서는 船舶을 自動化의 觀點에서 分類하여 그 概況을 살펴보기로 한다.

2.1 在來船(Conventional Ship)

世界第2次大戰이 終戰되기 以前의 船舶 즉 自動化가 本格的으로 이룩되지 않은 船舶을 말한다. 그러나 이 在來船에도 自動化裝置 警報裝置等이 部分的으로는 採用되고 있었다.

* p.11 參照

2.2 集中監視方式의 自動化船(自動化第1期)

在來船에 自動化裝置, 警報裝置등을 더욱 積極的으로 採用하여 機關室以外에 制御室을 別途로 設置하고 監視計器, 調節裝置등을 制御室에 集中化함으로써 機關室內의 各機器를 效率的으로 運轉하고 監視할 수 있도록한 船舶으로, 主機등을 위시하여 機關室에 散在해 있는 各種機器를 遠隔制御할 수 있으며 制御室의 制御裝置의 一部를 船橋에도 設置함으로서 機關을 船橋에서 遠隔調整(Bridge Remote Control) 할 수 있도록 되어 있는 船舶도 있다. 1961년에 建造된 日本의 三井船舶의 金華山丸은 世界最初의 Bridge Remote Control船舶으로서 有名하다.

2.3 機關室無人化船(自動化第2期)

船舶의 自動化는 Norway를 中心으로한 北歐諸國에서 海上生活를 기피하고 陸上으로 進出하는 海技士들이 많아 船員確保가 어렵게 되어, 이를 打開하기 위하여 始作된 것이었으나, 集中監視方式의 自動化만으로는 船員確保의 難點을 根本的으로 解決할 수 없었다. 즉 船員生活의 環境을 밤에는 잠을 자고 낮에는 일하는 人間本然의

姿態로 改善하여 魅力있는 職業으로 하지 않고서는 船員의 求人難을 解決할 수 없게 되었다. 이렇게 해서 우선 機關部만이라도 夜間當直을 廢止할 수 있도록 自動化設置를 갖춘 船舶 즉 機關室無人化船이 建造되게 되었다. 이 機關室無人化船은 自動化機器의 信賴度를 높이고 Back up system을 많이 採用하여 一定時間동안 機關室을 無人化할 수 있도록 船級協會에 登錄된 船舶이다. 이에 對한 船級符號로는 NV의 EO(Engine Room Zero People), LR의 U.M.S.(Unattended Machinery Space), BV의 AUT.(Automation), ABS의 A.C.C.(Automatic Control System for Unattended Certified), NK의 MO, GL의 Z, RI의 IAQ등이 있으며, 우리나라의 KR도 機關室無人化船에 對해서 U.M.A.(Unattended Machinery Automatic System)라는 船級符號를 設定하고 이에 對한 規定을 定해두고 있으나 아직 이에 登錄한 船舶은 없다. 機關無人化船으로는 1964年 4月 日本의 三井造船, 玉野造船所에서 建造된 Denmark의 셀마·탄號가 그 始初로서 그후 急激히 隻數가 增加하고 있다. 一例로써 NK의 MO 符號를 取得한 船舶의 年度別 累計隻數는 表(I)과 같다.

Table(I) Number of ships obtained MO class of NK

Kind of engine \ Year	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Diesel ship	1	27	86	151	203	241	277
Turbine	0	1	8	22	40	54	83
Total	1	28	94	173	243	295	360

2.4 超自動化船(自動化第3期)

船舶에 Computer를 搭載하여 機關의 運轉狀態 監視 및 效率制御, 異狀檢診, 緊急措置, 船位 및 航海計算, Tanker의 荷役管理, 自動衝突豫防 및 坐礁防止 등을 D.D.C.(Direct Digital Control)로 行하는 高度集中制御方式의 自動化船을 超自動化船이라고 말한다. 船舶에 있어서 Computer Control System은 California 大學의 海洋調査船 Argo號등, 初期에는 주로 研究用船舶에 採用되

었으나 1967年頃부터 셀船舶(불란서)의 Turbine 船인 Tanker Dolabella號를 위시하여 Norway의 王立科學技術協會所屬의 貨物船 Taimyr號, 日本의 三光汽船의 Diesel貨物船 星光丸, 三菱重工業의 長崎造船所에서 建造된 Turbine機關의 Tanker鳥取丸 등 Computer搭載船이 속속 建造就航되고 있으며 그 實績과 信賴性이 漸次로 認定되어 가고 있다. 現在 就航되고 있는 超自動化船은 약 100隻가까이 이르는 것으로 推定되며 Computer Control System導入의 對象과 그 內容에 對해서

는 次節에서 具體的으로 알아보기로 한다.

3. 船舶에 있어서 Computer의 利用

一般商船에 있어서 Computer使用에 依한 各種의 自動化가 開始된 것은 1960年代의 後半이였지만 그 當時는 所謂 Mini-Computer가 充分히 發達되지 못했고 또한 高價이었기 때문에 船舶의 自動化에는 陸上用의 中小型 Computer 또는 制御用Computer를 1台 設置하여 中央集中制御方式을 採用했었다. 그러나 그후 優秀한 Mini-Computer가 開發되고 그 價格도 急速히 低下됨에 따라 船舶에 있어서의 Computer 利用形態도 中央集中制御方式에서 分散方式으로 變遷되어 가고있다. 現在 新銳 商船에는 어떠한 形態로든 Computer 應用機器가 搭載되고 있는 경우가 많다.

本章에서는 船舶用 Computer應用機器의 現況과 그 시스템構成의 推移에 對해서 概括的으로 살펴 보기로 한다.

3.1 船舶에 있어서 Computer利用의 現況

船舶에 있어서 Computer System應用分野를 機能別로 分類해 보면 다음과 같다.

- (1) 機關部門
- (2) 航海部門
- (3) 荷役部門
- (4) 其他部門

가. 機關部門

이 部門은 船舶의 自動化에 있어서 가장 發達되고 또한 成功하고 있는 分野로 그 實績이 豊富하다. 이 分野에 있어서 Computer利用에 依한 自動化를 다시 機能別로 細分해 보면 다음과 같다.

- (1) 플랜트의 狀態監視, 警報, 記錄
- (2) 플랜트의 制御
- (3) 플랜트의 狀態解析

(1), (2)는 制御를 Anlog대신 Digital로 行하는 것 以外에 從來의 自動化船과 다른것이 없으며 (3)은 石油波動以後 特히 그 重要性이 認定되고 있는 바 그 目的은 플랜트를 最大效率의 狀態로

維持하고 故障를 豫防하며 또한 故障個所를 指摘하는데 있다. 從來 플랜트의 保守는 定期的인 方式이 많이 採用되어 왔다. 이것은 設計段階에서의 豫測, 使用者의 經驗등에 依해서 一定期間마다 部分品の 交換 및 오우버 홀을 實施하여 故障의 發生을 未然에 防止하는 方法이나 点檢하는 場所에 따라서는 大分解作業을 要하는 경우가 있으며, 分解해 보아서 그 時点에서 별다른 措置를 要하지 않는 경우도 많이 있기 때문에 보다 더 效率的이고 科學的인 保守方法의 開發이 要望되어 왔다.

最近의 大型船舶에 있어서 플랜트의 效率를 1% 上昇시키면 年間 約1,070萬원의 燃料費가 節約된다고 한다. 換言하면 플랜트를 最大效率의 狀態로 維持하는 것은 매우 큰 經濟效果를 얻을 수 있다는 것이다. 또한 大型 Tanker에서 1日의 運航收入이 3,000萬원 以上된다고 하므로 故障修理關係로 1日間 休航을 시켰다면 그 損失은 莫大하다. 따라서 플랜트의 機能低下傾向을 正確히 把握함으로써 플랜트를 그대로 運轉했을 경우 耐用限界에 이르기까지의 日數를 豫測하여 그 時点에 이르기 前에 적당히 便利한 곳에서 補修를 行하는 것이 바람직하다. 플랜트 解析에서는 壓力, 溫度, 톨크, 流速, 回轉數등의 檢出器(Sensor)로부터의 信號를 處理하여 加熱器, 冷却器, 보일러, 凝縮器, 各種pump등의 效率, 主機의 出力, 燃料油의 消費量, 推進器의 效率等を 算出하고, 플랜트의 設置當時의 最適狀態와 設計條件을 考慮하여 各 變數의 正常狀態 및 異常狀態의 基準値를 決定하고 常時 各部의 狀態를 比較 監視한다. 또한 各 機器의 效率低下 및 溫度 壓力등의 正常狀態로부터의 變動量을 檢出하고 그 變動의 原因을 指摘함과 同時에 現在의 性能低下의 比率를 延長하여 許容値와의 交點에 이르기까지의 時間을 算出함으로써 現時点에서의 耐用時間을 豫測한다. 이와같은 Computer에 依하여 各 機器의 性能低下를 恒時 把握하여 그 原因을 分析하여 事故를 豫防하고 항상 플랜트를 效率이 가장 좋은 狀態로 維持하는 것을 一般的으로 豫防保全系統(Preventive Maintenance System)이라고 부른다.

여기에는 S. P. M. (Statistical Preventive Maintenance)와 M. P. M. (Monitored Preventive Maintenance)의 두 方法이 있으며 最近 M. P. M.가 더 有效하다는 理論도 나와 있다. 그러나 各機器의

性能을 評價하는 基準은 아직도 開發中에 있으며 그 一例를 들어보면 表(2)와 같은 것이 있다.

Table (2) An example of performance criteria

Objects of Evaluation	Performance Criteria	Variations of 1 year (%)	Objects of Detection	Units	Remark
	$K \cdot \frac{SHP}{N_1^3}$	5~14	SHP N_1	PS RPM	Main engine shaft horse power Main engine revolution
Efficiency of Plant	$K \cdot \frac{SHP}{AF_1 + BF_2 T_1}$	3~10	SHP F_1 F_2 T_1	PS ℓ/h m^3/min $^{\circ}C$	Flow rate of F.O. supplied to diesel engine and boiler Flow rate of air supplied to diesel engine and boiler Air temperature
Performance of Diesel engine	Diesel engine $K \cdot \frac{(N_1 + T_2)P_1}{P_2}$	10~18	N_1 P_1 P_2 T_2	RPM kg/cm^2 " $^{\circ}C$	Mean effective pressure Scavenging air pressure Scavenging air temperature
	Turbo charger $K \cdot \frac{P_2}{N_2^2}$	5~15	P_2 N_2	kg/cm^2 RPM	Turbo-charger revolution
Performance of Turbine	$K \cdot \frac{SHP}{F_3(i_1 - i_2)}$	1~3	SHP F_3 P_3 T_3 P_4	kg/h kg/cm^2 $^{\circ}C$ mmHg	Steam consumption Steam Pressure Steam temperature Condenser vacuum
Performance of Boiler	$K \cdot \frac{F_3(i_1 - i_3)}{AF_1 + BF_4 T_4}$	2~10	F_3 P_3 T_3 F_4 F_4 T_4 T_5	kg/h kg/cm^2 $^{\circ}C$ ℓ/h m^3/min $^{\circ}C$ $^{\circ}C$	Flow rate of air supplied to boiler Temperature of air supplied to boiler Feed water temperature

i_1 : Enthalpy of Steam
K. A. B. : Constant

i_2 : Enthalpy of Condenser water

i_3 : Enthalpy of feed water

今後 플랜트의 狀態監視 故障摘出의 能力이 더욱 細部에까지 擴張되어 갈 것으로 生覺되지만, 그러기 위하여서는 測定目的에 맞는 Sensor의 開發과 注目하는 現象을 把握하는 데에 最適한 測定個所의 決定, 現象을 正確하게 把握하기 위한 새로운 計測技術의 開發등이 要望된다. 예를 들면 稼動狀態에서 軸系의 摩擦을 檢出할 수 있는 感度 좋은 Sensor의 開發, 音響, 振動 등의 Spectrum 分析 및 相關技法 등이 플랜트의 狀態

監視 故障發見등에 有效할 것으로 生覺되는 바 이들에 對한 檢討가 더욱 要望된다. 또한 現在 플랜트內에 配置된 수많은 Sensor로부터의 情報를 Computer에 傳送하기 위한 케이블設置費는 莫大한 金額에 이르고 있는바 Sharing에 依한 情報傳達方式등도 今後 檢討되어야 할 問題이다.

나. 航海部門

이 部門은 出航地에서 目的地까지 船舶을 安全하게 操縱하는 作業에 關係되는 部分으로서

어느 부분보다 船舶의 特異성이 顯著한 部分이다. 航海部分에 있어서 Computer利用에 依한 自動化的 內容을 다시 機能別로 分類해 보면 다음과 같다.

- (1) 最適航路計算 및 航海計算
- (2) 船位測定
- (3) 衝突 및 坐礁豫防
- (4) 自動操舵

最適航路計算은 出航地로부터 目的地까지의 豫定航路周邊海域의 氣象豫報 및 氣象統計資料를 基礎로 하여 海上狀況을 豫想하고 船體 및 荷物の 動搖 및 波浪衝擊에 依한 許容値의 限界條件으로 하여 目的地까지의 所要時間, 燃料消費量을 推算하고, 最短時間 및 最少燃料消費량이 期待되는 航路를 算出하는 것이나, Radio나 Fax에 依하여 氣象通報를 받는 現在의 方法으로는 氣象데이터의 形態가 Computer 入力으로서 不適當하고 船上에서는 最新의 詳細한 氣象情報를 얻기가 困難할 뿐 아니라 計算內容이 방대하여 船舶에서 最適航路를 計算한다는 것은 現在로서는 어려우며, 今後 陸上Computer에 依해서 最適航路를 計算하여 衛星通信回路를 利用하여 船舶에 指示해주는 方法이 採用될 것으로 豫想된다. 航海計算은 豫定航路에 있어서의 變針點 및 針路의 計算을 行하고 船位測定과 關聯해서 豫定航路로부터의 偏位 및 偏流量을 計算한다. 船位測定은 Decca, Loran, Omega 등의 雙曲線航法機器, 人工衛星航法, Gyro-Compass, 船速推定裝置 등으로 부터의 데이터 또는 天測데이터를 利用하여 現在의 船位를 計算하고 對地速度의 計算, X-Y 記錄計에 依한 海圖의 作成, 航跡의 記錄등을 行한다. 衝突豫防은 Doppler Radar의 信號를 基礎로 하여 自船과 他船과의 相對運動을 算出하여 쿠라운菅에 벡터表示를 行함과 同時에 C. P. A (Closest Point of Approach), T. C. P. A. (Time of Closest Point of Approach)를 計算하여 미리 設定한 最接近安全距離와 比較하여 衝突危險의 有無를 判定하여 on line 또는 off-line으로 危險하다는 것을 알리고, 避航操船命令을 내린다. 그러나 現在의 技術로서는 Radar의 目標檢出能力에 限界가 있기 때문에 비, 구름, 海面反

射 등의 雜音을 完全히 分離시킬 수가 없어 Computer의 衝突豫告를 100% 信用할 수 없으며, 特히 巨大船에 있어서는 船體의 運動方程式이 아직도 完全히 把握되지 않는 點 등의 問題點이 남아있다. 坐礁豫防은 船首底部에 設置한 Doppler Sonar로부터의 信號를 基礎로 하여 制動限界距離內에 存在하는 海中障害物을 檢出하여 衝突豫防 System과 關聯하여 避航操船指令을 내리는 것으로 淺海에서는 音道屈折, 海中騒音에 依하여 探知距離가 制限되고 緩慢한 傾斜를 가지는 障害物의 表示 데이터處理方法 등에 아직도 더욱 檢討되어야 할 問題點이 많이 있다. 自動操船裝置로서는 오래 전부터 Auto Pilot System이 實用化되어 信賴性이나 性能面에서 特히 優秀한 裝置가 多數 開發되어 있다.

이 裝置는 Gyro compass의 指示値와 設定針路의 差를 檢出하여 操舵機를 驅動함으로써 船舶의 位置를 向上 設定針路와 一致케 하는 것이다. 海流의 方位는 設定針路를 維持하고 있으나 船位는 設定航路를 벗어나게 될 수도 있다. 最近 船位測定을 極히 良好한 精度로 行할 수 있게 됨에 따라 設定航路대로 航海하도록 하는 Computer制御가 可能하게 되었고, 또한 最適制御에 依하여 氣象, 海象 등의 變動에 對해서 Computer에 依한 가장 經濟적이고 安全한 自動操舵도 可能하게 되었다.

다. 荷役部門

이 部門에서의 Computer를 利用한 自動化的 內容을 다시 機能別로 나누어 보면 다음과 같다.

- (1) 船體荷重의 計算 및 監視
- (2) 荷役順序의 指示
- (3) 荷役의 自動制御

船體荷重計算에서는 船型 및 船內各所의 積荷量에 關한 데이터를 處理하여 船體各部の 隔壁에 作用하는 剪斷力, 벤딩모우먼트, 總積荷量, 船體姿勢, 重心位置등을 算出하여 表示한다. 使用者는 이들 값을 參照하여 船體의 各부에 許容値以上の 荷重이 걸리지 않도록 荷役을 行하여 船體의 安全을 維持하는 것이다. Tanker의 경우에는 液面計를 利用하여 各 Tank의 液位를 電氣

의인 信號로 바뀌어 Computer에 傳送함으로써 荷役中 時時刻刻으로 變하는 船體各部의 荷重 데이터, 船體姿勢 데이터를 常時 監視하면서 Computer에 의해서 各部의 밸브, 펌프를 直接 制御하는 所謂 自動荷役이 可能하게 되었다. 이때 問題가 되는 것은 操作者의 操作失手, 機器의 誤動作, 故障등이 發生했을 경우의 安全策의 確保이다. 이에 대하여서는 個個의 밸브, 펌프 등의 制御系統에 手動優先形의 Change over switch를 設置하고 各 檢出器, 制御機器의 故障를 細密하게 点檢하는 Computer program을 Computer에 內藏하고 各 要素마다 局部的인 安全裝置를 하는 등의 方法이 利用되고 있다. 이러한 Computer control system은 操作이 複雜하여 取扱者가 取扱에 익숙해 지려면 相當한 時間을 要한다. 특히 一般船舶에서 乘組員은 1年 程度로서 交代하는 경우가 많으므로 交代할 때마다 乘組員의 訓練을 要한다. 따라서 이러한 Computer control system에 對하여 操作이나 構成機器 등에 對한 一定한 統一基準을 設定할 것이 要望되고 있다. 現在는 各 製作者가 技術競爭의 段階에 있으며 必要性은 느끼고 있으나 具體的인 統一化의 움직임은 아직 보이지 않고 있다. 이러한 實情을 감안하여 Man-Machine Communication을 爲한 display操作部分 등의 設計에 많은 研究를 行하여 Computer에 依한 操作指示, 人間과 Computer에 依한 二重點檢 등의 方法이 採用되고 있다.

라. 其他部門

其他部門에 있어서의 Computer利用으로서는 在庫管理, 給料計算, 醫療診斷 등이 있으나 이는 陸上의 것과 大同小異하며 漁網制御시스템, 精密船位維持시스템, 海底케이블施設시스템 등도 開發되어 있으나 여기에 對해서는 省略한다.

3.2 Computer system構成的 推移

船舶에 있어서 Computer 應用System의 種類, 規模 및 構成은 超自動化的 實施範圍, 內容, 精度에 따라 決定되는 것으로 이에 對한 어떤 標準이 있는 것은 아니지만 船用Computer system을 大別하면 다음 方式이 있다. 즉 1台的 大型

process制御用的 Computer를 搭載하여 全體의 System을 制御하는 集中制御方式(C. C. S.; Centralized Computer System)과 各 System마다 專用的 Mini-Computer를 利用하여 獨立的으로 制御를 行하는 分散制御方式(L. C. S.; Localized Computer System)의 2가지 方式과 이 두가지 方式의 混合方式이 있다. C. C. S. 方式은 L. C. S. 方式에 比較하여 Hard ware가 安價로 될 수 있고 Computer를 效率적으로 運用할 수 있으나 處理內容의 緊急度에 따라 處理順位를 決定하는 Interrupt, 時間分割制御 등의 機能을 가지는 Soft ware가 複雜하게 되고 Computer에 故障이 생겼을 때는 이의 管理下에 있는 全 System이 影響을 받는 등의 缺점이 있다. L. C. S. 方式은 各 Computer에 Idle time 또는 Free time이 생겨 Computer의 稼働率이 나빠지고 Hard ware가 高價인 點등이 缺점이다. 船舶自動化的 黎明期라 할 수 있는 1960年代의 後半에 Computer가 처음으로 船舶에 導入될 때는 1台的 中型Computer 또는 制御用Computer에 依한 C. C. S. 方式이 主로 採用되었다. 그러나 이러한 自動化項目中에서 機關部門에 屬하는 것은 데이터處理가 主된 內容이라든가 應用對象에 따라 處理速度, 優先度 등에 있어서 全혀 性格이 다른 內容의 것이 混在하고 있어 Hard ware, Soft ware 雙方에 對한 各部門의 要求條件이 大幅으로 相異한 것이 많아 Soft ware의 開發에 細心한 注意를 要하였고 특히 Operating System이 複雜하여 多大한 勞力이 必要했다. 또한 C. C. S. 方式은 Computer 故障에 對備한 Back Up System에 對하여서도 考慮를 必要로 하였고 船內데이터케이블의 量이 膨大하며 그 施設作業도 相當한 量이 되었다. 이러한 問題點이 台頭되고 있는 次第에 1970年代에 접어들면서 高信賴, 低價格의 Mini-Computer가 開發되기 始作하여, 船舶에 있어서도 Computer Control System의 構成傾向이 C. C. S. 方式에서 L. C. S. 方式으로 變遷되어 가기 始作하였다. 즉 各部門別로 1台 또는 複數個의 專用Mini-Computer를 各部門의 作業場所에 가까운 곳에 設置하여 獨立的으로 管理 및 制御를 行하게 되었다. 各部門의 作業內容이 相互間 別로 關聯이 없는 點

그리고 各部門別 作業場所가 서로 떨어져 있는 點등도 이러한 分散化를 促進시키는 한 要因이 되었다. 그 후 Mini-Computer의 價格은 急速度로 低下되고 그 機能도 多樣化되고 專門化되어 單體機器로서의 Computer 應用 System이 出現하였다. Engine Logger, 機關狀態解析裝置, 荷役計算機, 船體荷重 및 船體監視裝置, 自動Omega航法裝置, 人工衛星航法裝置(N. N. S. S.; Navy Navigation Satellite System), 衝突豫防 Radar, 自動操舵裝置등이 그 代表的인 例이다. 1970年의 後半에 들어와서 일어나기 始作한 Micro-Computer의 普及과 IC記憶裝置의 價格低下는 다시 System分散化에 拍車를 加하여 Computer System의 應用分野는 船用機器의 더 末端까지 浸透하고 있으며 이러한 시스템은 大概 機器各部의 自己診斷機能과 故障警報機能을 갖도록 義務化되어 있다. 또한 各單體機器에 使用되는 Computer에 統一性을 期하기 爲하여 補修用 豫備品の 共通利用과 取扱의 容易性을 期하려는 움직임이 보여지고 있다. 앞으로 別途로 1臺의 中型 Computer를 搭載하여 이러한 Mini-Computer 또는 Micro-Computer에 依한 各 單體의 Computer Control System을 綜合管理하고 Back up 해주며 船 船全體를 Total System으로 하여 監視制御함으로서 效率를 增大시키고 合理化하는 問題 즉, C. C. S. 方式과 L. C. S. 方式을 混合利用하는 System도 檢討되어 질 것으로 豫想된다.

4. Computer Control System의 實例

本章에서는 船舶에 있어서 實用化되고 있는 Computer Control System의 1例로서 Turbine船 鳥取丸(Tottori-Maru)의 Computer Control System에 對한 概略을 紹介하고자 한다.

鳥取丸은 Computer Control System에 對한 信賴性, 有用性, 乘組員의 適應性 등을 實證하기 爲한 實驗船의 하나로서 計劃되어 1972年9月5日 三菱重工業, 長崎造船所에서 建造된 載貨重量 237, 383ton의 Tanker이다. 本船은 該간 4年餘

에 걸친 運航實績으로서 Computer Control System의 實用船이 充分히 立證되고 있어서 將來의 超 自動化船 建造를 爲하여 貴重한 資料를 提供해 줄 것으로 生覺된다.

本 Computer Control System의 構成은 그림(1)과 같으며 本船의 超自動化 System은 다음과 같은 特徵을 가지고 있다.

(a) 制御用 Computer (三菱電機製 MELCOM 350-5S型) 1臺로서 航法, 荷役, Turbine Plant의 各 System을 制御하는 C. C. S. 方式을 採用하고 있다.

(b) 各 System은 各各 가장 便利한 場所 즉, 航法System은 船橋操舵室, 荷役System은 荷役制御室, Turbine plant system은 機關制御室에서 各各 任意로 制御할 수 있도록 되어 있다.

(c) 各 System은 Computer에 對한 專門知識이 없어도 容易하게 操作할 수 있다.

(d) Computer 및 關聯機器는 振動, 動搖 鹽分等 船用的 特殊環境條件에 耐久性을 가지도록 設計되어 있다.

(e) 檢出端, 操作端은 實績이 있는것 또는 充分히 實驗하여 그 信賴性이 認定된 것만으로 選定되어 있다.

(f) 無停電電源裝置를 設置하고 있어 船內 停電時에는 Battery에서 自動給電되어 Computer는 繼續運轉된다.

(g) Computer故障時에는 즉시 從來의 自動化裝置에 依한 運轉으로 自動적으로 바뀌어져서 安全運轉이 繼續된다.

(h) Computer를 使用하지 않고도 NK의 MO 船級에 해당되는 自動化設備를 갖추고 있다.

4.1 Computer System

本 Computer MELCOM 350-5S型은 陸上의 Process制御用 MELCOM 350-5型을 船舶用으로서의 環境條件에 耐久力을 갖도록 改造한 것으로 System構成은 그림(2)에 表示하는 바와 같으며, Computer의 要目은 表(3)과 같다.

船舶의 自動化와 Computer의 利用

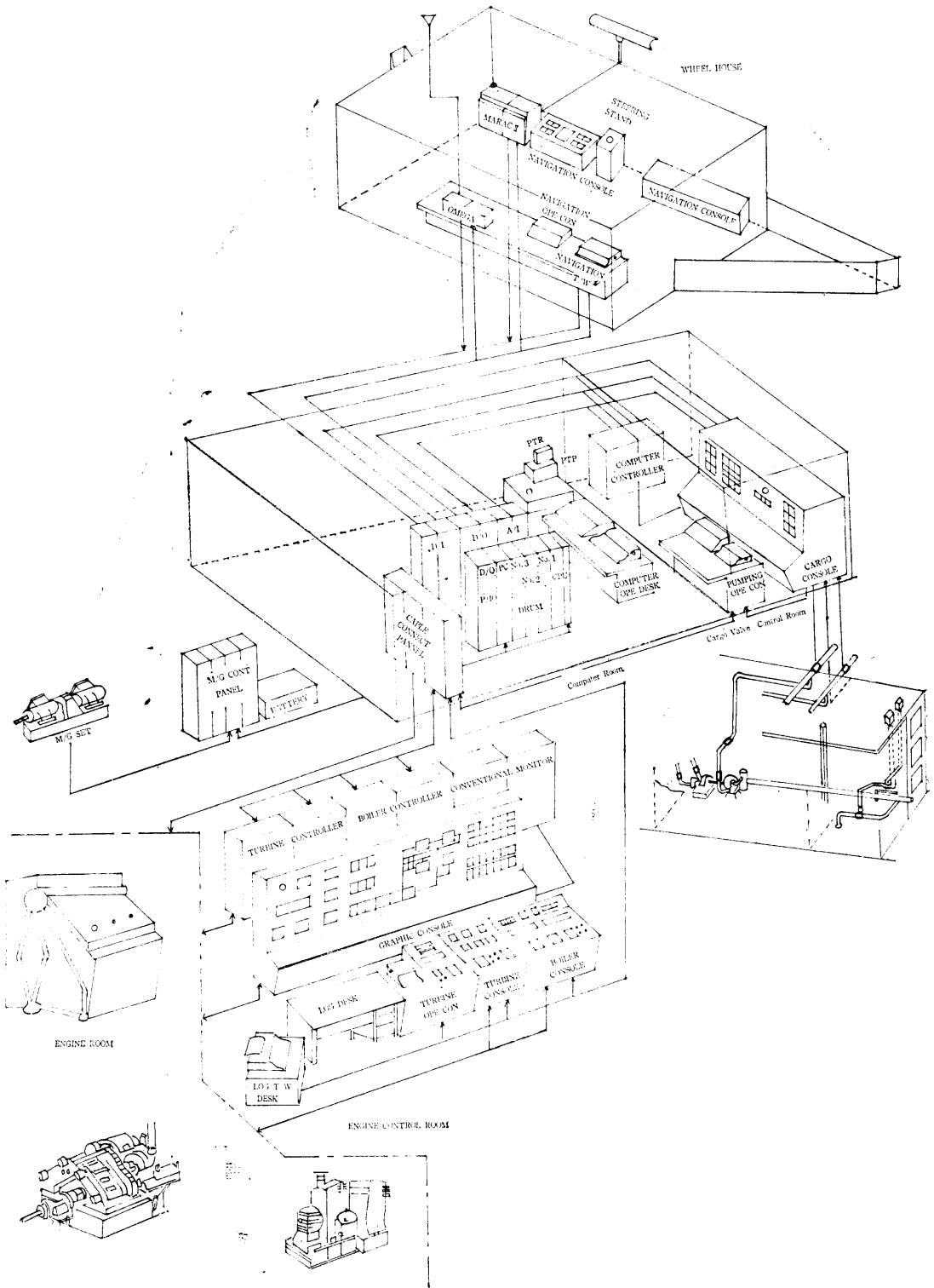


Fig. (1) Layout of the Computer Control Systems of "Tottori-maru"

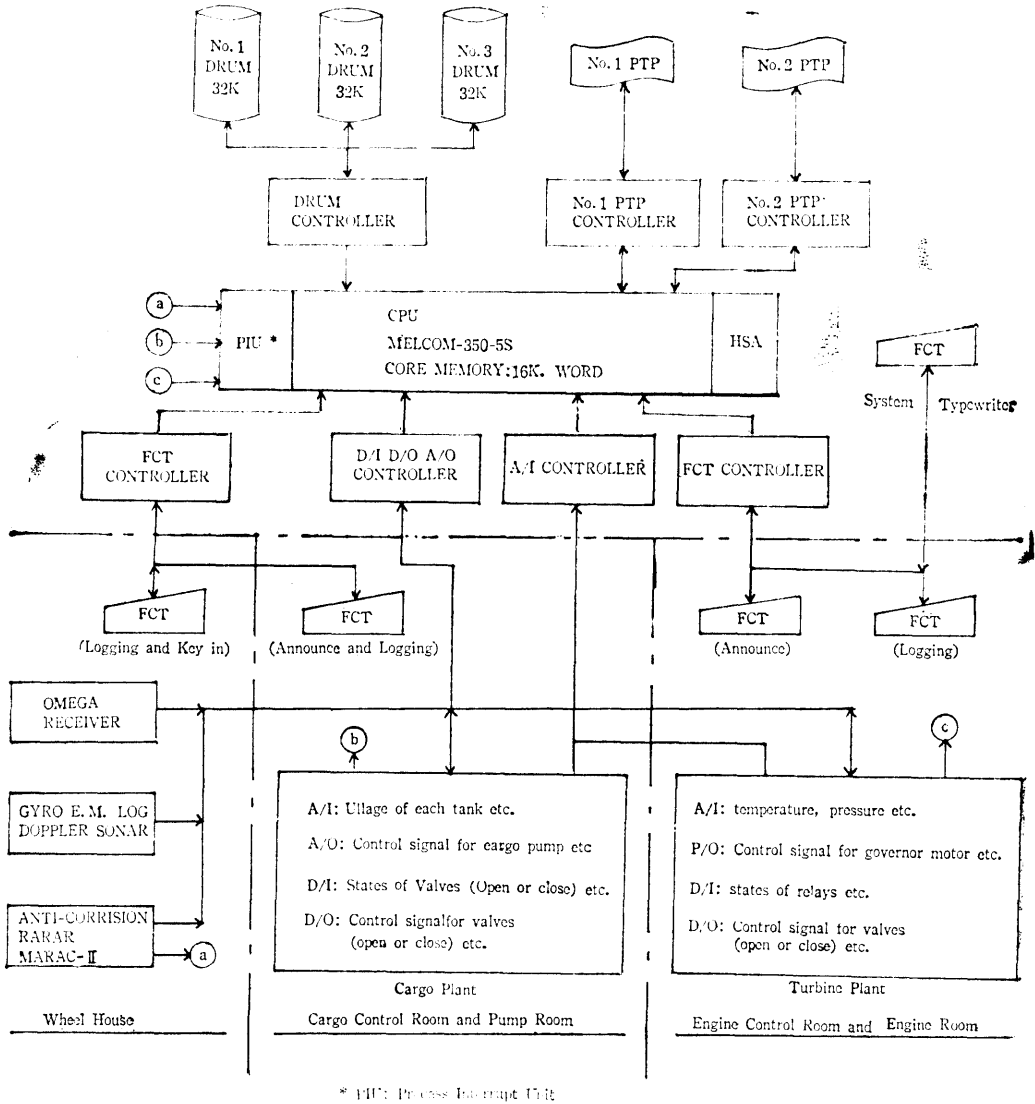


Fig. (2) Diagram of Hardware of the Computer Control System

Table (3). Particulars of MELCOM 350-5S Computer Hardware

Item	Remarks	Quantity
Computer	Central Process Unit(CPU) Core Memory High Speed Arithmetic Unit(HSAU)	1 set 4 Kword× 4 sets 1 set
Peripheral Device	Aux. Memory(Drum) Fixed Carriage Typewriter(FCT) Paper Tape Reader (PTR) Paper Tape Puncher(PTP)	32 Kword× 3sets 5 sets 1 set 1 set
Process Inputs and Outputs	Analog Input(A/I) Analog Output(A/O) Digital Input(D/I) Digital Output(D/O) Pulse Input(P/I) Pulse Output(P/O) Process Interrupt Input	256 Points 3 " 640 " 576 " 16 " 8 " 36 "
Console	Navigation Typewriter Desk Engine Typewriter Desk Engine Operator Console Cargo Handling Console Computer Control Console	1 set " " " "
etc.	Non-Blackout Power System	1 set

Computer의 Software System으로서는 Basic Program으로서 다음과 같은 것이 있다.

(1) Supervisor

利用者の Program을 Real time으로 處理하는 外에 周邊裝置, 入出力裝置의 制御 및 Interrupt 處理를 行하는 System全體에 對해서 總括的인 監督을 行하는 Program이다.

(2) 運轉管理 Program

本 System은 Auto mode와 Test mode의 2種의 Mode를 가지고 있으며 Auto mode는 On line의 制御 Mode이고 Test mode는 Plant와 Computer를 完全히 分離시킨 Off line mode 이다. 運轉管理 Program은 이러한 System mode의 變換과 System의 起動, 停止, 故障發生時의 處理 등을 行하는 Program이다.

(3) Support Program

On line utility, off line utility, function control, load execute, on line debugging 등과 船舶이라는 特殊한 시스템과 이의 運轉管理體制를 充分히 考慮한 많은 Support Program이 準備되어

있다.

4.2 航海시스템

本船의 航海시스템의 構成을 블록線圖로서 表示하면 그림(3)과 같다.

(1) 衝突豫防 Radar

一般船舶用的 5cm波 Radar와 MARAC-II 라고 불리워지는 操作盤으로 構成되며 本船 周圍 10 mile內的 Radar映像信號를 特殊回路로서 情報處理하여 Computer에 依해서 目標船舶의 自動發見, 自動追尾를 行하여 CPA, TCPA, 速度, 針路 등을 計算하여 MARAC-II의 PANEL에 指示해 줌과 同時에 設定値以內에 目標船舶이 接近할 때는 危險船舶으로 警報를 내도록 되어있다. 目標船舶으로는 最大 10隻까지 同時에 追尾가 可能하며 手動操作으로서 目標船舶을 限定할 수 있게 되어 있다.

(2) Omega航法에 依한 船位計算

Omega受信器로부터 얻는 位置線(LOP)과 미리 Computer에 記憶되어 있는 補正值데이터를 利用

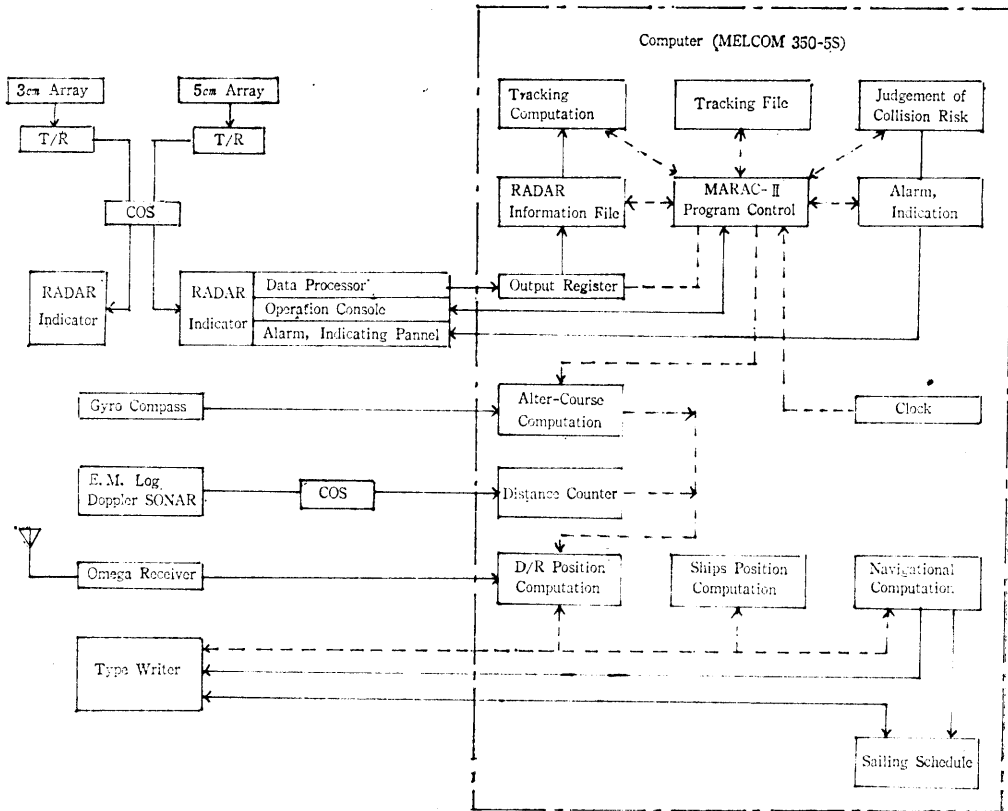


Fig. (3) Diagram of the Navigation System

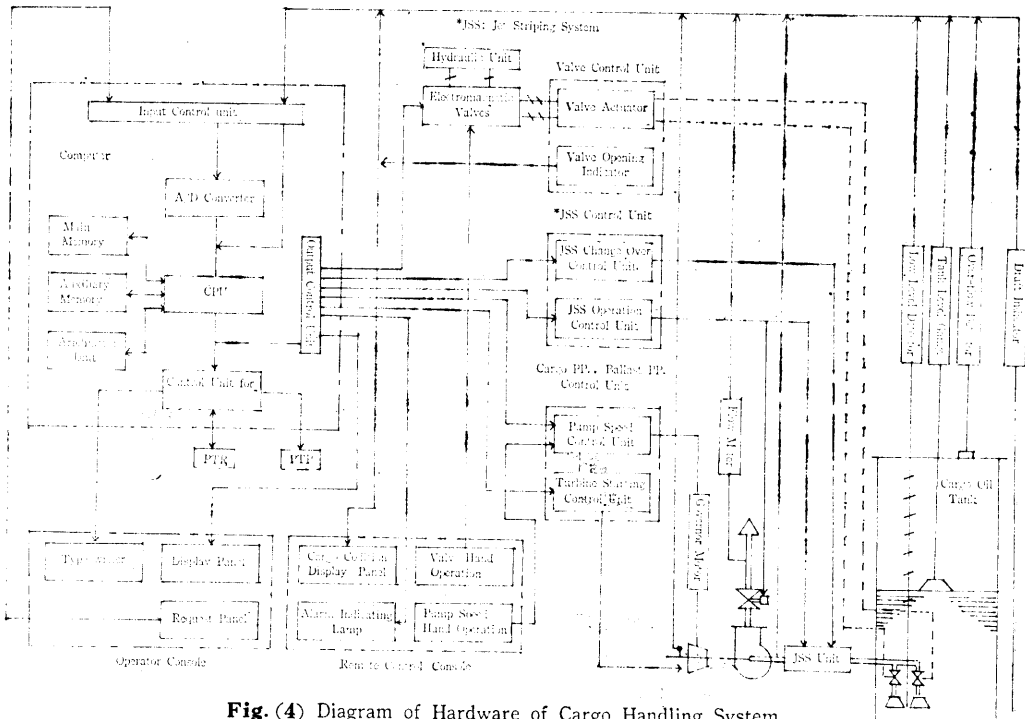


Fig. (4) Diagram of Hardware of Cargo Handling System

하여 船位를 決定하며 緯度, 經度로서 表示해 주고 航跡을 記錄하도록 되어 있다.

(3) 航海日誌記錄

Noon Report, Final Report (航海終了報告書) Track and Current(航路 및 潮流) 등의 記錄을 定期的(船內時間으로 12時, 20時) 또는 要求時에 行하도록 되어 있으며 Typewriter를 利用하여 航海開始時의 데이터나 航海途中의 修正데이터를 Computer에 Input 해 줄 수 있다. 또한 이 경우의 Mis-Input를 防止하기 爲하여 操作者와 Computer사이의 會話問答方式이 採用되어 있다.

(4) 航法計算

漸長緯度航法, 中分緯度航法, 大圈航法, 天測 등의 計算을 하는 Program이 準備되어 있으며 計算에 必要한 데이터의 入力은 Typewriter를 利用하여 行하도록 되어 있다.

4.3 荷役시스템

本 荷役시스템의 Computer Control을 行하는 機器의 構成은 그림(4)와 같으며 Computer Program의 種類는 그림(5)에 表示된 것과 같다. 이중 重要한 것에 對하여 그 機能을 간단히 說明하면 다음과 같다.

(1) Basic Program

Basic Program은 Pumping作業의 基本的인 Sequence를 實行하는 Program으로서 앞의 그림(5)에서 表示된 것과 같이 6個의 Program으로 되어 있으며 Pumping開始前의 Line構成으로부터 終了後의 밸브의 閉塞까지 全 Sequence가 포함되어 있다. 특히 이 Program에는 荷役途中의 荷役 Pattern의 變更, 中斷, Computer以外의 一般自動化裝置에 制御機能을 ಿಯ하는 問題, 荷役時間의 短縮등이 考慮되어 있다.

(2) Control Program

Pumping作業中 各 Tank의 Overflow, 船體의 姿勢 및 強度를 常時 監視함과 同時에 밸브를 關閉하여 制御를 行하는 Program이다.

(3) Pump Control Program

Cargo oil pump 및 Ballast pump의 吸入壓力低 下로 因한 Cavitation의 防止, Tank內에서의 Bell Mouth로 부터의 空氣吸入防止, 並列運轉時의

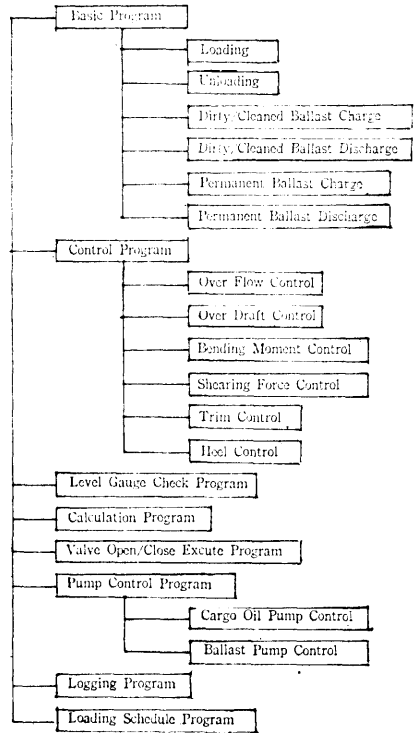


Fig. (5) Program of Cargo Handling System

Balance維持, 陸上 Manifold에 있어서의 制限壓力의 維持등을 行하기 위한 Program이다.

(4) Load Schedule Program

最適荷役計算, 狀態計算, API degree 計算, 最終積荷 Tank의 Ulage 修正, 最終Draft check 등의 計算을 行하는 Program이다.

(5) 其他 Program

液面計故障診斷을 위한 Level gage check program, 時間마다의 諸般狀態를 記錄하게 하는 Logging Program등이 있다.

4.4 Turbine Plant System

Turbine Plant System은 Plant의 安全運轉操作의 容易를 目標로 한 것으로 Computer가 故障이 났을 경우는 이를 使用하지 않고 從來의 自動化裝置로 繼續 運轉이 可能하며 또한 機關室을 無人化할 수 있는 設備를 갖추고 있다. 本 System을 大別해 보면

(1) 데이터處理시스템

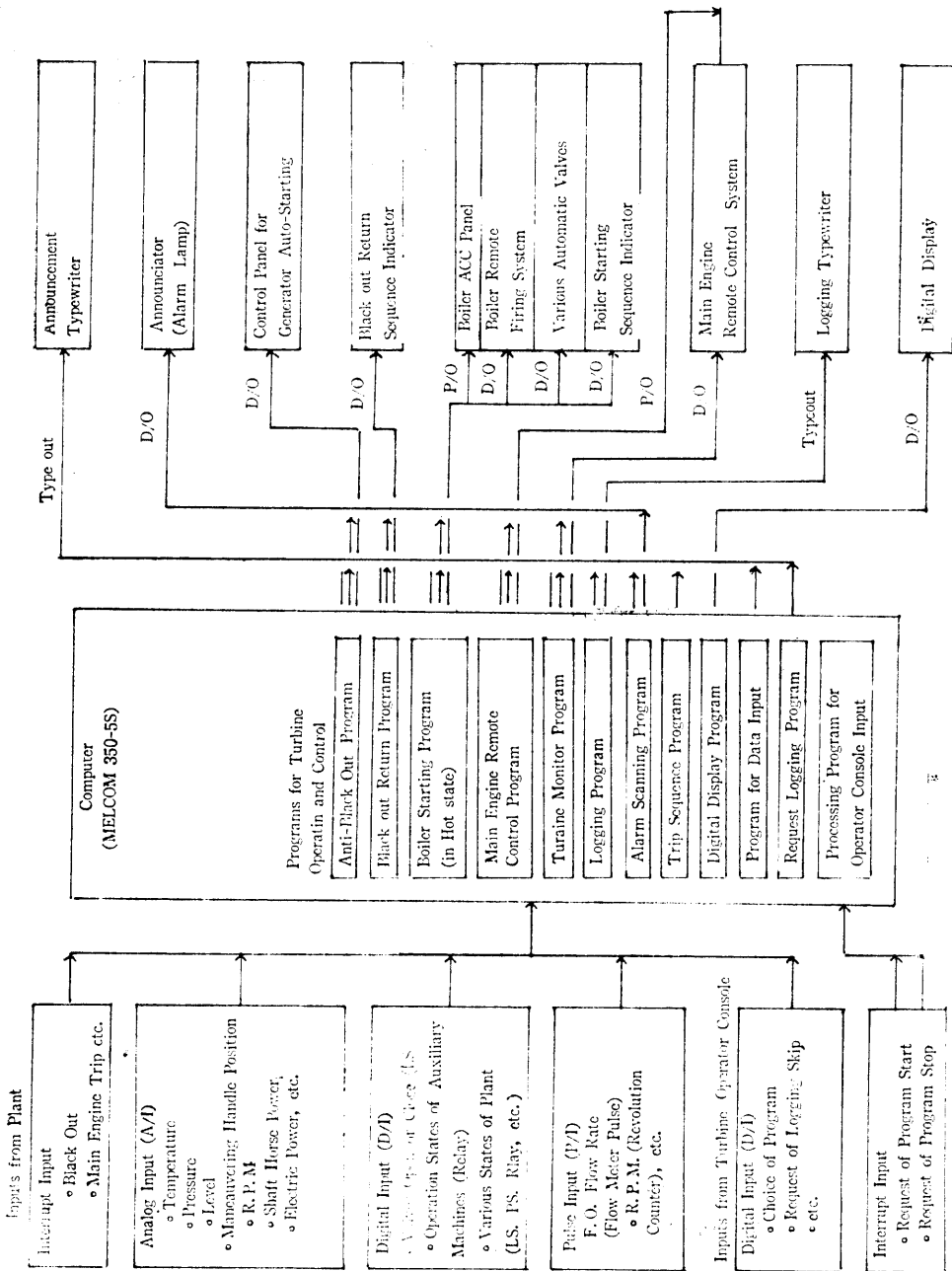


Fig. (6) Diagram of Turbine Plant Control System

- (2) 異狀檢知 및 豫防시스템
- (3) 主터어빈 直接制御
- (4) Plant의 復歸操作System

의 4種으로 되어 있으며 그 構成을 圖示하면 아래 그림(6)과 같다.

- (1) 데이터處理시스템
 - (가) 狀態記錄 및 性能計算
- 記錄으로는

- ㄱ. 定時記錄: 機關部 데이터 및 性能計算值
- ㄴ. 正午記錄: 1日 總回轉數, 燃料消費量 등
- ㄷ. 航海記錄: 每航海當 總回轉數, 燃料消費量 등
- ㄹ. 任意記錄: 要求時에 諸狀態를 記錄

등이 있고 性能計算으로는 燃料消費率, 보일러 물 消費量, 平均軸馬力, 平均回轉數등을 計算하여 印字한다.

- (나) 常時監視

플랜트의 動的變化의 速度에 따라 10秒 또는 30秒 周期로 監視를 行하고 異狀發生時는 警報를 울림과 同時에 異狀메세지(時刻, 異常個所 데이터)를 印字하며 檢出器의 異狀도 아울러 監視한다.

- (다) Trip Sequence記錄

主터어빈, 主보일러, 터어보發電機 및 給水펌프의 Trip作動順位를 檢知하여 Typewriter에 印字한다.

- (2) 異狀檢知 및 豫防시스템

- (가) 主터어빈 異狀檢知 및 豫防處理

高壓 및 低壓터어빈의 軸振動을 監視하여 異常이 있을 때는 警報를 울림과 同時에 異狀의 程度에 따라 自動減速을 行하고 振動의 原因을 分析하여 印字해 준다. 또한 高壓터어빈의 케이싱 플랜지 内外部의 溫度를 檢出하여 熱應力을 計算하고 熱應力의 制限値를 超過했을 때는 自動減速의 處理를 行하며 增速時는 增速指令에 對한 熱應力을 豫測計算한다. 그림(7)은 主터어빈 異狀檢知 Program과 關聯機器의 構成을 나타낸다.

- (나) Blackout 豫防

Turbine Plant에 있어서 가장 重大한 事故인

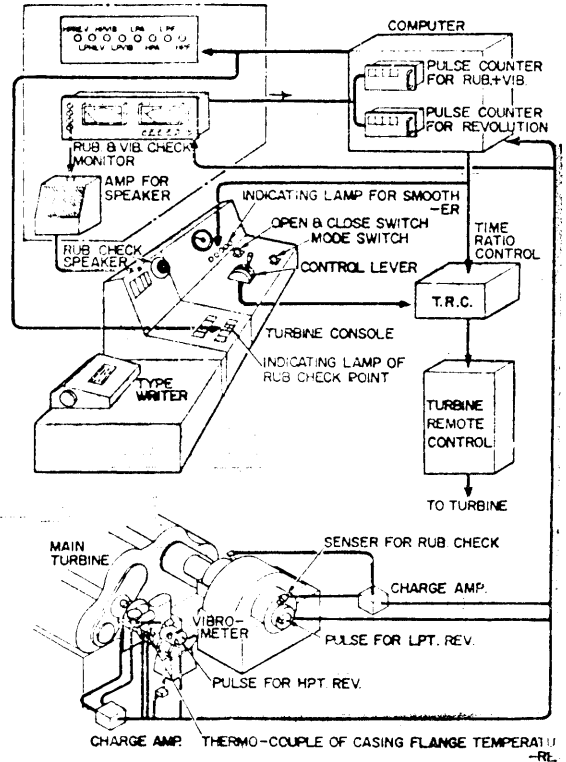


Fig. (7) Diagram of Hardware for Detecting Abnormal States of Main Turbine.

停電을 防止하기 위하여 터어보發電機와 主復水器의 運轉狀態를 監視하고 Black out에 直接連結되는 要因이 檢知되었을 때는 補助發電機의 自動機動과 自動同期投入을 行한다. 또한 主復水器의 眞空狀態에 異狀이 發生하였을 때는 그 原因을 探索한다.

- (3) 主터어빈 直接制御

主터어빈의 起動, 停止, 前進 및 後進, 增減速등의 操作을 船橋 또는 機關制御室로부터의 指令에 따라 Computer가 直接 制御한다. 또한 종래의 遠隔操縱裝置를 Back up system으로 가지고 있으며 Computer制御와 종래의 遠隔操縱裝置에 依한 制御가 언제든지 交替 可能하다.

- (4) Black out의 復歸操作

- (가) Black out 復歸

Black out가 發生했을 경우 補助發電機에 依한 電源回復, 電動補機의 再起動등의 플랜트 復歸操作이 正常的으로 行하여 졌는가를 確認하고

異狀이 있을 때는 乘組員에게 올바른 操作을 要求하는 Guide Message를 印字하여 준다.

(나) 보일러 溫體起動

Black out 후와 같은 경우에 있어서 보일러를 溫體起動하여 應力을 定規壓力까지 上昇시켜서 그 制御를 自動燃燒制御裝置(A. C. C.)에 넘겨줄 때까지의 操作을 Computer가 行한다. 즉 点火, 昇壓, 自動投入등의 各 段階의인 操作을 Computer가 行하나 点火만은 乘組員의 指令이 있어야만 行하도록 되어있다. 보일러 溫體起動 Program에 對한 關聯機器의 構成圖는 그림(8)과 같다.

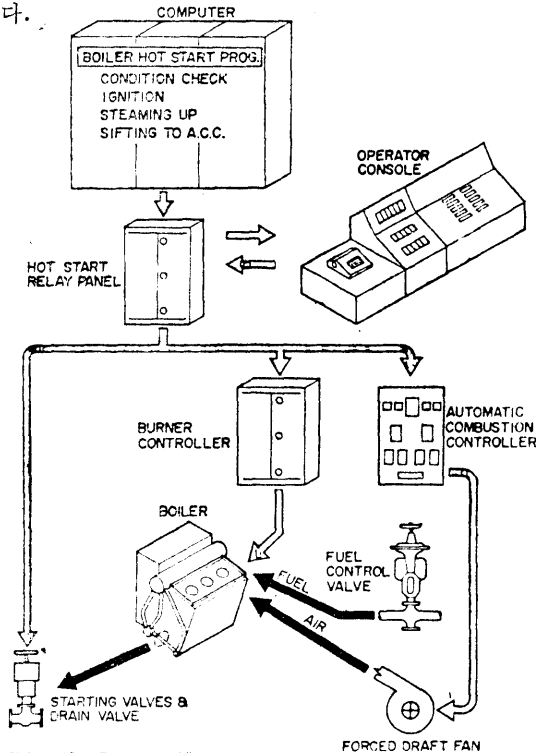


Fig. (8) Diagram of Hardware for Starting up the Boiler in Hot State.

5. 結 論

船用分野에 있어서 過去 10年間 가장 進歩된 것의 하나는 自動化이다. 過去에 있어서 主機關의 性能과 軸系의 強度上的 問題등에 對하여 많은 關心을 가졌던 船舶關係者가 그 以上으로 自動化에 對하여 關心을 갖게 된것은 省力化에 依한 乘務員의 勞動條件을 改善함과 同時에 自動

化에 依한 乘組員의 數를 削減하여 運航費를 낮추어야 할 必要性이 切實히 要望되었기 때문이라고 생각된다. 그러나 石油波動以來, 世界各國이 低成長期를 맞아 船舶自動化도 당분간 별 進展이 없을 것으로 보여진다. 그 1 例로서 日本 NK의 發表에 依하면 各 年度別 MO入級船의 全入級船에 對한 比率이 1972年の 35%를 피이크로 하여 1975年度에는 10%로 減少하고 있다. Computer를 塔載한 超自動化船의 運航隻數도 점차 增加되고 그 信賴性도 認定이 되고는 있지만 1980年代 前半까지는 超自動化船에 對한 反省期가 繼續될 것으로 보아지며, 보다더 價格이 低廉하고 利用率이 높은 Mini-Computer의 使用에 依한 單純化, 統一化가 앞으로 促進될 것으로 생각된다.

本 原稿에서는 船舶自動化의 現況과 船舶의 Computer Control System에 對해서 極히 概括的으로 또한 皮相的으로 紹介하는데 끝쳤다. 自動化의 各機器에 對해서는 紙面上 言及하지 못하였으니 本 原稿 末尾의 參考文獻이나 이에 對한 專門書籍을 參考하여 주기 바란다. 멀지않은 將來 Computer가 船舶運航에 必要 不可缺한 機器로 登場할 것만은 事實일 것으로 보아지는 바 船舶關聯者로 하여금 이러한 分野에 關心을 갖도록 하는데 本稿가 多少나마 도움이 되기를 바라마지 않는다.

參考文獻

1. 日本船用機關學會 機關研究委員會 第一研究部會: 將來의 船舶自動化에 對한 調査, 日本 船用機關學會誌 Vol. 7, No. 2(1972).
2. 日本船用機關士協會: 機關室無人化船의 現狀과 將來, 成山堂(1970).
3. Ship Operation Automation, IFAC/IFIP Symposium Preprints(1973/1976).
4. International Symposium on Marine Engineering Preprints 1. 3. 1-1. 4. 60, 3. 2. 1-3. 2. 53, Tokyo (1973).
5. 岡野幸夫 등: 超自動化船, 日本船用機關學會誌, Vol. 8, No. 3, pp. 161/172(1973).
6. 岡野幸夫 등: Turbine Tanker "鳥取丸"의 超自動化시스템과 그 運航實績, 三菱重工技報,

- Vol. 10, No. 2, pp. 240/250(1973).
7. 昭和 49年度 入級船概要, 日本海事協會會誌, No. 152, pp. 83/105(1975).
 8. 松延壽人: 船舶搭載 Computer制御시스템의 計劃性과 信賴性, 船用機關學會誌, Vol. 11, No. 1, pp. 32/38(1976).
 9. 濱田康昭等: 船舶用 Sensor, 計測시스템의 問題點, 前掲書8, pp. 66/72.
 10. 山崎義人: Monitored Maintenance의 研究, 前掲書8, pp. 87/96.
 11. 千原一夫等: Diesel主機關豫防保全System, 前掲書8, pp. 97/104.
 12. 濱田績: 就航實績으로부터 본 船舶搭載 Computer시스템의 信賴性에 關하여, 前掲書8, pp. 105/112.
 13. 今井清: 自動化船의 今後, 日本船用機關學會誌, Vol. 11, No. 8, pp. 94/100(1976).
 14. 森下隆: 船用機關 10年の 發達(自動化), 前掲書13, pp. 81/86.
 15. 關根非吾: 交通과 Electronics(特集), 日本電氣學會誌, Vol. 96, No. 11, pp. 61/78(1976)
 16. 寺本俊二: 1975년에 있어서의 船用機關技術의 發達(自動制御), 日本船用機關學會誌, Vol. 11, No. 7, pp. 63/65(1976).
 17. J. Anthony Hind; Automation in Merchant Ship, Fishing News(Books) Ltd. 3rd Ed. (1976).
 18. 石谷憲一郎等: Tanker 荷役操作用訓練 Simulator, 三菱重工技報, Vol. 14, No. 1, pp. 89/97 (1977).